

Jurnal Terakreditasi 01. PENGUJIAAN
NUTRIENT ANORGANIK UNTUK
BIROMEDIASI TUMPAHAN MINYAK
MENTAH DENGAN METODE
BIOSTIMULASI DI LINGKUNGAN
PANTAI SURABAYA TIMUR STUDY ON
INORGANIC NUTRIENT APPLICATION
FOR CRUDE OIL SPILL
BIOREMEDIATION USING
BIOSTIMULATION METHOD IN
EASTERN SURABAYA COASTAL AREA

By Munawar Ali

PENGUJIAAN NUTRIENT ANORGANIK UNTUK BIOMEDIASI TUMPAHAN MINYAK MENTAH DENGAN METODE BIOSTIMULASI DI LINGKUNGAN PANTAI SURABAYA TIMUR
STUDY ON INORGANIC NUTRIENT APPLICATION FOR CRUDE OIL SPILL BIOREMEDIATION USING BIOSTIMULATION METHOD IN EASTERN SURABAYA COASTAL AREA

6

Munawar¹¹ dan Mukhtasor¹¹¹¹ Staf pengajar UPN Veteran Jawa Timur, Mahasiswa Pasca Sarjana/S3 Teknik Manajemen Pantai, Fakultas Teknik Kelautan, ITS-Surabaya²¹ Staf Pengajar Fakultas Teknologi Kelautan, ITS-Surabaya

Abstrak

Bioremediasi merupakan aplikasi dari prinsip-prinsip proses biologi untuk mengolah air tanah, tanah, dan lumpur yang terkontaminasi zat-zat kimia berbahaya. Dalam penelitian ini digunakan nutrisi anorganik dari pupuk anorganik komersial NPK. Minyak mentah yang digunakan diambil dari sumber minyak mentah Pertamina Cepu Jawa Tengah. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan peristiwa-peristiwa tumpahan minyak, di mana sebagian besar yang tertumpah adalah minyak mentah. Tempat penelitian di daerah pantai wilayah Kelurahan Keputih Kecamatan Sukolilo-Surabaya Timur. Pada penelitian dibuat petak percobaan berukuran 0,5 m x 0,5 m, di mana antara satu petak dengan petak yang lain terpisah pada jarak 0,25 meter. Penelitian ini terdiri dari 18 petak percobaan perlakuan dan 1 petak kontrol. Variabel pada penelitian ini terdiri dari pemberian berbagai level nutrisi (0,2; 0,3 dan 0,4 kg/petak tanah) dan treatment tanah dibalik dan tidak dibalik. Dari hasil ini diperoleh bahwa penambahan nutrisi anorganik berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi minyak mentah pada proses bioremediasi dengan teknik biostimulasi. Hasil penelitian diperoleh bahwa dengan treatment tanah dibalik memperoleh hasil lebih baik dan mampu menurunkan konsentrasi minyak sampai dengan 36,61 %. Sedangkan untuk perlakuan tanah tidak dibalik penurunan konsentrasi minyak mentah mencapai 32,33 %.

Kata kunci: bioremediasi, biostimulasi, nutrisi anorganik

Abstract

Bioremediation is an application of biological processes to treat ground water, soil, and mud contaminated with hazardous chemical. In this study, inorganic nutrient of commercial NPK fertilizer was applied. Crude oil was from Pertamina oil source of Cepu, Center Java. Crude Oil was applied based on consideration that many oil spill accidents spilled crude oil. ¹¹ site was coastal area in Keputih, Sukolilo, Eastern Surabaya. In the study, experimental squares of 0,5 m x 0,5 m was made, each square had 0,25 m space. There were 18 experimental squares and one control square. Variables consist of nutrient level (0,2; 0,3; and 0,4 kg/square) and soil treatment (tilled and not). It was observed from study that inorganic nutrient significantly affected the decrease of crude oil concentration. It was also observed that tilled soil resulted in better effect and could decrease oil concentration until 36,61%. Otherwise, untilled soil decreased only 32,33 %.

Key words: bioremediation, biostimulation, anorganic nutrient

1. PENDAHULUAN

Tumpahan minyak di laut bukan hanya terjadi akibat kecelakaan kapal, melainkan juga dari kegiatan pengeboran, produksi, pengilangan, transportasi minyak, perembesan dari reservoirnya, serta kegiatan pemuatan dan pembongkaran di pelabuhan. Meningkatnya frekuensi pencemaran akan mengancam kebersihan lingkungan perairan. Bila hal ini tidak segera ditanggulangi, maka pada waktu singkat laju pencemaran laut akan menjadi tidak terkendali (Hozumi, Tsutsumi, dan Kono, 2000)

Tumpahan minyak yang terjadi di perairan bias mengakibatkan pencemaran di daerah lingkungan pantai. Hal ini dikarenakan wilayah pantai merupakan daerah tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut, seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut (Triatmodjo, 1999).

Senyawa aromatik adalah senyawa hidrokarbon yang mengandung satu atau lebih struktur cincin benzena. Jenis senyawa ini ditandai bau yang sangat khas. Senyawa aromatik ada yang mudah didegradasi, ada pula yang resisten, dan juga dalam transformasinya dapat menghasilkan produk antara yang tidak diinginkan.

Proses degradasi senyawa aromatik dan aromatic polisiklik pada dasarnya mengikuti jalur yang sama. Tetapi jenis monoaromatik atau diaromatik lebih mudah terdegradasi daripada hidrokarbon aromatik polisiklik, karena jumlah cincin aromatiknya yang lebih sedikit (Eweis et al., 1998). Senyawa Monoaromatik paling sederhana adalah benzena. Benzena memiliki sifat nonpolar, tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti dietil eter, karbon tetraklorida, atau heksan. Benzena, toluena, ethyl benzena, dan xylene dikenal sebagai kelompok BTEX. Senyawa organik volatil ini paling berpotensi berbahaya, terutama benzena, karena bersifat toksik dan karsinogenik, sehingga BTEX seringkali digunakan sebagai indikator kontaminasi tanah dan air tanah yang tercemar.

Pelletier et al (2004), telah melakukan penelitian bioremediasi tumpahan minyak mentah pada sediment intertidal Sub-Antartika, menunjukkan bahwa pupuk anorganik dan surfaktan lipidik terbukti mampu menguraikan hidrokarbon secara efektif dalam waktu dua bulan.

Keberhasilan bioremediasi seringkali diukur dari persen reduksi konsentrasi kontaminan dalam tanah atau air tanah. Prospek bioremediasi yang berhasil sebaiknya melakukan pengendalian terhadap transpor kontaminan, untuk itu dibutuhkan monitor untuk mendeteksi migrasi kontaminan. Pada saat yang sama, diperlukan bukti bahwa biodegradasi telah terjadi. Bukti tersebut dapat berupa kenaikan aktivitas mikroorganisme, kenaikan pelepasan karbondioksida, kenaikan pengambilan oksigen, atau kehadiran produk-produk metabolit (Eweis et al., 1998).

Ada dua teknik pemanfaatan bakteri untuk mendegradasi kontaminan yang terdapat di tanah, lumpur, sedimen, serta air buangan. Teknik pertama adalah dengan bakteri yang telah tersedia dalam tanah. Bakteri ini distimulasi untuk tumbuh dengan mengoptimalkan faktor-faktor pertumbuhan bakteri sehingga dapat mempercepat proses degradasi. Proses ini disebut biostimulasi. Metode lain, dilakukan dengan menambahkan kultur bakteri pada lokasi yang tercemar, selanjutnya meningkatkan kemampuan biodegradasi dengan stimulasi mikroorganisme tersebut. Proses ini disebut sebagai bioaugmentasi (Venosa dan Zhu, 2003).

Menurut Eweis et al. (1998), keuntungan pengolahan dengan bioremediasi, antara lain: 1) biaya lebih rendah dibandingkan insinerasi atau secure landfill, 2) kontaminan berbahaya didegradasi atau didetoksifikasi secara biologis dimana teknologi lain hanya memindahkan kontaminan ke media atau lokasi yang berbeda, 3) teknologi yang relatif sederhana dibandingkan dengan yang lain, 4) dapat digabungkan dengan penanganan-penanganan lainnya.

Meskipun teknik bioremediasi belum efektif untuk menangani pencemaran minyak pada perairan terbuka, tetapi ada indikasi bahwa ini efektif untuk membersihkan tumpahan pada lingkungan pantai (Munawar dan Mukht 2005). Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi tambahan agar pelaksanaan bioremediasi di lingkungan pantai berjalan dengan lebih baik.

Dalam banyak penelitian lapangan, metode bioaugmentasi terbukti kurang efektif. Hal ini mengingat kondisi isolasi bakteri yang tidak sama dengan kondisi lapangan. Sebaliknya, banyak penelitian laboratorium maupun lapangan yang menunjukkan keberhasilan biostimulasi (Head dan Swannel, 1999). Hanya saja, dalam metode biostimulasi ini, kondisi dan komposisi penambahan nutrisi yang paling optimal masih belum ditemukan. Mengenai jumlah nutrisi yang harus ditambahkan, misalnya, hanya ada sedikit kesepakatan di antara para peneliti (Head dan Swannel, 1999). Penelitian mengenai jenis nutrisi yang paling tepat untuk ditambahkan pada proses biostimulasi masih belum banyak dilakukan.

Kebanyakan mereka menyatakan bahwa jenis dan konsentrasi nutrisi optimal sangat bervariasi tergantung properti minyak dan kondisi lingkungan (Venosa dan Zhu, 2003).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi nutrisi anorganik dan pengaruh pembalikan tanah terhadap penurunan konsentrasi minyak pada proses bioremediasi dengan teknik biostimulasi.

2. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Tempat penelitian di daerah pantai Surabaya Timur tepatnya wilayah Kelurahan Keputih Kecamatan Sukolilo (Gambar 1). Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret-Juni 2006.

Bahan

Dalam penelitian ini digunakan nutrisi anorganik dari pupuk anorganik komersial NPK, minyak mentah yang digunakan adalah minyak mentah (crude oil) yang diambil dari sumber minyak mentah Pertamina Cepu. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan peristiwa-peristiwa tumpahan minyak, yang sebagian besar berupa minyak mentah.

Cara Kerja

Dalam penelitian ini diberlakukan rancangan acak lengkap. Cara Kerja Dalam penelitian ini diberlakukan rancangan acak lengkap. Jika dilakukan sejumlah t perlakuan sebanyak n kali untuk setiap perlakuan, maka rancangan acak lengkap membutuhkan alokasi nt percobaan secara acak kepada nt satuan percobaan. Dengan melakukan pengacakan, maka alokasi eksperimen maupun urutan eksperimen yang akan dilakukan bisa ditentukan secara acak (Montgomery, 2001).

Pada penelitian ini dibuat petak-petak percobaan berukuran $0,5 \times 0,5$ m, dimana antara satu petak dengan petak yang lain terpisah pada jarak $0,25$ m. Metode penelitian yang dilakukan merujuk penelitian Delille et al. (2004), yang meneliti pengaruh peningkatan suhu terhadap proses bioremediasi. Mereka membagi lokasi penelitian ke dalam petak-petak berukuran $0,75$ m \times $0,75$ m, dan antara satu petak dengan petak lainnya dipisah dengan jarak $0,5$ m.

Dalam penelitian ini dibuat 19 petak percobaan, terdiri dari 18 petak perlakuan dan 1 petak untuk kontrol. Variabel bebas pada penelitian ini terdiri dari pemberian berbagai dosis nutrisi anorganik ($0,2$; $0,3$ dan $0,4$ kg/petak tanah) dan perlakuan dibalik dan tidak dibalik. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Variabel terikat pada penelitian ini konsentrasi minyak mentah yang tersisa, perlakuan percobaan di lapangan dilakukan secara acak dengan cara diundi. Sedangkan pengukuran respon, yaitu melihat konsentrasi minyak mentah (g/kg tanah) yang dilakukan dengan mengambil sampel tanah setiap petak pada minggu ke 2 dan minggu ke 6. Pengukuran secara periodik dengan menggunakan GCMS merupakan respon percobaan yang diteliti. Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut kemudian diuji secara statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi minyak mentah setelah dilakukan pengukuran untuk masing-masing petak dengan menambahkan nutrisi anorganik diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Dari sampling awal (setelah dua minggu) dan sampling akhir (setelah enam minggu) pada percobaan terlihat penurunan konsentrasi minyak mentah setelah diberi nutrisi anorganik dengan level-level yang telah ditentukan yaitu $0,2$; $0,3$ dan $0,4$ kg/petak, dimana konsentrasi awal terlihat pada kontrol. Untuk mengetahui apakah pemberian nutrisi anorganik tersebut berpengaruh terhadap konsentrasi minyak mentah, maka dilakukan analisis menggunakan one way manova. Diperoleh output seperti Gambar 2 dan 3.

Dari output di atas diperoleh uji kenormalan residual dan uji kehomogenan varians serta anova. Terlihat bahwa residual sudah berdistribusi normal ($p\text{-value} > 0,05$) serta varians sudah homogen ($p\text{-value} > 0,05$). sedangkan dari anova dapat diketahui bahwa P untuk nutrisi sebesar $0,093$ (kurang dari α yang ditetapkan yaitu 10%) sehingga dapat diartikan bahwa pemberian nutrisi berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi minyak mentah.

Penambahan nutrient anorganik ternyata berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi minyak mentah, untuk mengetahui bagaimana level-level nutrient berpengaruh terhadap sampling akhir dapat dilihat dari (Tabel 3). Output dari (Tabel 3) dapat dilihat bahwa level penambahan nutrient yang berpengaruh adalah Level 2 dengan konsentrasi 0,3 kg/petak (dapat dilihat dari kolom sig, kurang dari 0,1. Level 2 tersebut memberikan penurunan sebesar kurang lebih 200% terhadap konsentrasi minyak, dapat dilihat pada kolom *contrast estimate* yang bernilai -2,105 (Tabel 3).

Hal yang sama juga terlihat pada perlakuan tanah tidak dibalik (Gambar 5). Namun apabila diperhatikan antara perlakuan dibalik (Gambar 4) dan tidak dibalik (Gambar 5) terjadi perbedaan pada konsentrasi minyak mentah, dimana untuk perlakuan tanah yang dibalik konsentrasi minyak mentah yang berada di tanah lebih rendah bila dibandingkan dengan konsentrasi minyak dengan perlakuan tanah tidak dibalik. Penjelasan yang dapat diberikan untuk fenomena ini adalah bahwa pada mikroba dengan perlakuan tanah dibalik memperlihatkan hasil lebih baik, hal ini karena mikroba mendapatkan transfer oksigen lebih banyak. Oksigen dibutuhkan oleh bakteri sebagai akseptor elektron untuk menghasilkan energi dan reaksi enzimatik tertentu. Kebutuhan oksigen sangat tergantung pada jenis dan jumlah sel bakteri, serta kandungan senyawa dalam polutan (Shuler dan Kargi, 1992).

Gambar 6 menunjukkan perlakuan tanah dibalik dengan penambahan nutrisi anorganik level 2 (konsentrasi 0,3 kg/petak) pada waktu 6 minggu, penurunan konsentrasi minyak mentah mencapai 36,61%. Sedangkan pada penambahan level 3 (konsentrasi 0,4 kg/petak) pada waktu 6 minggu penurunan konsentrasi minyak mentah mencapai 31,64%. Untuk penambahan nutrisi anorganik level 1, yaitu konsentrasi 0,1 kg/petak waktu 6 minggu penurunan konsentrasi minyak mentah mencapai 28,21%.

Terlihat pada Gambar 7, bahwa pada perlakuan tanah tidak dibalik penambahan nutrisi anorganik level 2 (konsentrasi 0,3 kg/petak) dalam waktu 6 minggu penurunan konsentrasi minyak mentah mencapai 32,33%. Sementara pada penambahan nutrisi anorganik level 3 dalam waktu yang sama penurunan konsentrasi minyak mentah sebesar 23,96%. Sedangkan penambahan nutrisi anorganik level 1 penurunannya mencapai 25,53%. Dari Gambar 6 dan 7 dapat diketahui bahwa nutrisi anorganik mampu menstimulasi mikroba tanah agar untuk menurunkan konsentrasi minyak mentah. Hal ini terjadi karena nutrisi anorganik menyediakan unsur-unsur penting yang dibutuhkan oleh mikroba seperti N, P dan K. Unsur-unsur tersebut mendukung pertumbuhan dan aktifitas mikroba dalam mendegradasi minyak mentah.

Penambahan nutrisi anorganik pada bioremediasi tumpahan minyak mentah mampu menstimulasi pertumbuhan mikroba tanah, sehingga minyak mentah di tanah berfungsi sebagai substrat. Dalam waktu enam minggu, bioremediasi dengan treatment tanah dibalik mampu konsentrasi minyak hingga 36,61% dari konsentrasi awal. Pada perlakuan tanah tidak dibalik hasil penurunan konsentrasi 32,33% dari konsentrasi awal. Sehingga perlakuan dengan pembalikan tanah menunjukkan hasil yang lebih baik menurunkan.

4. KESIMPULAN

Proses bioremediasi pada tumpahan minyak mentah dengan metode biostimulasi memberikan indikasi nutrisi anorganik dapat digunakan sebagai sumber nutrisi. Hal ini terlihat dalam jangka waktu 6 minggu mampu menurunkan konsentrasi minyak mentah sampai dengan 36,61% dari konsentrasi awal. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan nutrisi anorganik berpengaruh terhadap proses bioremediasi dengan teknik biostimulasi. Dengan treatment pembalikan tanah menunjukkan hasil yang diperoleh lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Delille Daniel., Frederic Coulon., Emilien Pelletier (2004). *Effects of Temperature Warning During a Bioremediation Study of Natural and Nutrient-Amended Hydrocarbon Contaminated Sub-Antarctic Soil, Cold Regions Scienc and Technology* 40-p.61-70.

- Eweis, J.B., Ergas, S.J., Chang, E.D.D.P.Y. Schoroder, Ed. (1998). **Bioremediation Principles**, New York:Mc Graw-Hill, Inc.
- Hozumi, T., Tsutsumi, H., Kono, M. (2000). **Bioremediation on the Shore after an Oil Spill from the Nakhodka in the Sea of Japan. I. Chemistry and Characteristics of Heavy Oil Loaded on The Nakhodka and Biodegradation Tests by a Bioremediation agent with Microbiological Cultures in the Laboratory.** *Marine Pollution Bulletin* Volume 40, No. 4, pp. 308-314.
- Head, I.M., Swannel, R.P.J. (1999). **Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants in Marine Habitats.** *Current Opinion in Biotechnology* 10, pp.234-239.
- Montgomery D. C. (2001). **Design and Analysis of Experiment 5^{ed}**, John Wiley dan Sons, New York.
- Munawar dan Mukhtasor (2005). **Perkembangan untuk Teknologi Penanggulangan Tumpahan Minyak di Wilayah Perisir, Makalah Pertemuan Ilmiah Tahunan II ISOI.**
- Pelletier, E., Delille, D., dan Delille, B. (2004). **Crude Oil Bioremediation in sub Antarctic Intertidal Sediments: Chemistry and Toxicity of Oiled Residues.** *Marine Environmental Research* 57, pp. 311-327
- Shuher, M. L. dan Kargi, F. (1992), **Bioprocess Engineering**, New Jersey, Printice Hall PTR. Soli, Cold
- Siatmodjo, B. (1999). **Teknik Pantai**. Beta Offset, Yogyakarta.
- Venosa, A.D, dan Zhu, X. (2003). **Biodegradation of Crude Oil Contaminating Marine Shorelines and Freshwater wetlands.** *Spill Science dan Technology Bulletin*, Volume 8, No. 2, pp. 163-178.

Jurnal Terakreditasi 01. PENGUJIAAN NUTRIENT ANORGANIK UNTUK BIROMEDIASI TUMPAHAN MINYAK MENTAH DENGAN METODE BIOSTIMULASI DI LINGKUNGAN PANTAI SURABAYA TIMUR STUDY ON INORGANIC NUTRIENT APPLICATION FOR CRUDE OIL SPILL BIOREMEDIATION USING BIOSTIMULATION METHOD IN EASTERN SURABAYA COASTAL AREA

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	chatepaulus.blogspot.com.au Internet	50 words — 2%
2	waikato.researchgateway.ac.nz Internet	41 words — 2%
3	fr.scribd.com Internet	31 words — 1%
4	eportfolio.lib.ksu.edu.tw Internet	24 words — 1%
5	D. Delille. "Effectiveness of Bioremediation of Crude Oil Contaminated Subantarctic Intertidal Sediment: The Microbial Response", Microbial Ecology, 09/01/2002 Crossref	12 words — 1%
6	j.rsl.ru Internet	12 words — 1%
7	repository.unhas.ac.id Internet	11 words — < 1%
8	Ajang Maruapey. "Pengaruh Pupuk Organik Limbah Biogas Kotoran Sapi Terhadap	10 words — < 1%

Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah Keriting
(Capsicum annum var. Longum)", Agrologia, 2017

Crossref

9	de.scribd.com	Internet	9 words — < 1%
10	media.neliti.com	Internet	9 words — < 1%
11	2fwww.redalyc.org	Internet	9 words — < 1%
12	repository.usu.ac.id	Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE MATCHES OFF